

想法聯想之分散式互動輔助設計工作室學習之研究

賴怡成

朝陽科技大學建築系

(收件日期：95 年 3 月 21 日；接受日期：95 年 6 月 17 日)

摘要

在早期設計階段中，設計工作室學習通常藉由鼓勵學生產生多樣性的設計想法，進而予以進行創造性的問題解決，而為了產生多樣性的設計想法，想法聯想的分散式互動常被應用在設計工作室學習過程中。然而，此分散式互動由於它的反射性與立即性等特質，在真實的設計環境是不容易被理解。因此，本研究目的為經由運算化的方式建立一個數位工具，以幫助了解此分散式互動。為達到本研究目的，我們首先經由文獻回顧，找尋分散式互動應用在設計工作室學習中，可以被運算化的機制與元素，然後，架構在一個多重代理人的分散式運算環境（稱之為 DIM-2），進行此分散式互動與運算環境的結合並執行。最後，此已建立之數位工具經由一個設計工作室學習的實際案例模擬，進行檢驗此分散式互動之運算化可行性，且觀察並討論該數位工具如何輔助設計工作室學習。

關鍵詞：想法聯想、設計工作室、設計案例、角色扮演、代理人

一、前言

設計是一種須要靠著想法不斷演化的創造性行為，尤其是設計的早期設計階段。*想法聯想 (idea association)* 是一個藉由*連結 (linking)* 人類的長期記憶，予以產生多樣性設計想法的重要行為，另外，想法聯想也經常透過連結分散在不同參與者的設計知識，產生動態性的互動關係 (Osborn, 1963)，這種分散知識因連結而產生的動態性互動關係，我們稱之為*分散性互動 (distributed interactions)* (Lai and Chang, 2006)。這種分散式互動經常被應用在創造性問題解決的會議（或稱集體腦力激盪會議），其目的為藉由產生多樣性的想法以解決創造性的設計問題 (van der Lugt, 2000)。另一方面，現今的技術已經發展一種認知的方法了解人類分散性思考的模式（例如角色扮演理論），並透過運算的機制連結人類的分散知識與經驗（例如案例基礎推理或代理人系統），因此，藉由這些數位技術的整合，可以提供我們了解分散式互動在早期設計階段之相關研究議題。

1-1 研究問題與目標

設計工作室學習為強調設計導向及小組教學的學習方式，在建築設計教育扮演重要的角色。其目的不僅教導學生有關建築設計的專業訓練，同時也啟發學生在建築設計的創造性思考 (Goldschmidt, 1995)。為了提升學生的創造性思考，許多設計工作室老師在早期設計階段，會應用想法聯想之分散性互動行為，鼓勵學生彼此之間進行面對面的腦力激盪式討論，予以激發學生產生多樣性的設計想法，而這些設計想法可以引導學生發展未來可能的設計方案，並解決不同的設計問題。

然而，學生在進行面對面之分散式互動的學習過程中，由於人類短期記憶 (short-term memory) 在處理當下資訊的侷限性 (Miller, 1965)，而導致學生無法立即性的獲得適當且多樣性的設計資訊，此外，學生也常會因為個人對於設計的主觀性，而造成彼此之間的設計衝突而協調不易，這些現象容易造成想法聯想過程中所謂生產障礙 (production blocking) 的問題 (Furnham and Yazdanpanahi, 1995)，而影響到設計工作室的設計學習。此外，在真實設計工作室的學習環境中，想法聯想之分散式互動的立即性與反射性特質，是不容易被理解並檢驗。基於上述的理由，本研究目的為結合相關的運算機制，透過一個數位工具的建立，提供我們了解想法聯想之分散式互動如何輔助設計工作室學習。

1-2 研究方法與步驟

為達上述的研究目的，本研究方法必須透過運算化的機制進行實際模擬，以了解與檢驗想法聯想之分散式互動，如何輔助設計工作室之學習及可能的應用。研究步驟包括：

1. 文獻回顧與分析：經由想法聯想之發展與應用的相關文獻回顧，探索想法聯想的分散式互動如何被應用在設計工作室的設計學習中，以便找尋分散式互動可以被運算化的機制。
2. 運算化環境執行：架構在一個先前發展的多重代理人模型 (稱之為 DIM-2)，結合上述分析的分散式互動機制與此模型的運算元素，予以執行設計工作室學習之分散式互動的運算環境。
3. 設計實驗與觀察：上述運算環境透過一個設計實例模擬，進行檢驗想法聯想之分散式互動被運算化的可行性，同時，觀察此運算化的分散式互動如何輔助設計工作室學習。

最後，經由上述設計實驗的發現，我們進行有關此輔助分散式互動工具的討論與學習，以作為作者未來後續研究的方向。

二、想法聯想與設計工作室學習

想法聯想起源古希臘，是一個經由連結人類長期記憶而產生多樣性想法的重要行為，同時，此行為透過不同參與者之間的相互作用而產生互動 (Osborn, 1963)，因此，在早期設計階段，很多設計工作室的設計學習經常採用想法聯想用以產生多樣性的設計想法以啟發創造性的問題解決 (van der Lugt, 2000)，同時，這些設計想法可以提供學生解決不

同設計問題之替選方案的基礎。

在想法聯想的過程中，為了有效的產生多樣性的設計想法，設計課的老師通常會使用早期設計案例（precedent）（註一）去啟發與輔助學生進行設計學習（Oxman, 2004），例如：在早期設計階段的案例分析，就是藉由設計案例的知識去啟發學生的設計學習。另外，設計工作室的老師通常透過學生彼此之間的互動性討論（例如集體腦力激盪會議）以進行想法聯想，同時，參與此互動性討論的學生也常根據不同的設計情境，扮演不同的角色予以連結與產生設計想法（Lai et al., 2005）。例如：在住宅設計中，學生有時扮演業主的角色去連結有關實務上的想法，同時他/她也會扮演不同設計專家的角色，去使用這些專家的設計知識，與其他參與的學生進行互動性討論。

因此，想法聯想的分散式互動應用於設計工作室學習，可以經由（1）使用早期設計案例連結想法，與（2）使用角色扮演連結想法而了解。經由了解學生在早期設計案例的使用方式，予以建構設計想法的知識呈現方式與記憶組織，並藉由角色（role）的觀點了解設計工作室學習中學生之間的互動性討論。

2-1 想法聯想

Osborn（1963）定義想法聯想為“想法（ideas）之產生是透過聯想（association）的行為去連結到人類的記憶與想像力”（p 123）。自古希臘時代，柏拉圖與亞里斯多德認為想法聯想為連結內部思考與外在生存環境的重要方法（Rapaport, 1974），而連結為想法聯想的主要過程與結果（Osborn, 1963），因此，連結為了解想法聯想的主要議題。一些研究學者在哲學與心理學的領域中，均強調想法聯想中連結的重要性，例如，萊布尼茲（Leibniz, 1703）主張想法聯想尋求因果關係的了解，此因果關係乃透過單子（monads）系統之間的“連結”；洛克（Locke, 1690）認為想法聯想是一種直覺與反射性的行為，透過不同“連結”的過程，將想法連結到人類的知識；從行為學的觀點，勒溫（Lewin, 1922）藉由拓樸關係解釋人類體驗外在環境過程中，對於不同感覺狀態之間“連結”關係的探討。這些在不同領域的研究都說明想法聯想的“連結”概念。

在近代想法聯想之研究中，Osborn（1963）認為想法聯想是一種產生想法的行為，此行為主要透過連結設計者本身的長期記憶（long-term memory）和其他參與者設計知識，因此，他將想法聯想的行為應用在創造性的問題解決會議（例如集體腦力激盪會議），此連結行為不僅互動於個人的知識，同時也互動於不同參與者的多重知識（multi-knowledge）；在想法聯想的過程中，為了使連結的想法能結合其他參與者的想法，“建築在其他想法之上”（building on other ideas）的觀念為一個重要的關鍵，Goldschmidt（1995）和 van der Lugt（2000）分別稱之觀念為設計移動（design moves）與連結（linking）（van der Lugt, 2000）。另外，古希臘人建立的三種連結多樣性想法的原則：相似性、對比性與相鄰性，這三個原則提供人類產生想法與其之間的關聯性（Osborn, 1963），同時，提供設計者在早期設計階段有效的想法連結策略（Lai, 2005）。

2-2 使用早期設計案例連結想法

設計者通常會藉由回想早期設計案例，產生解決目前設計問題的想法（Maher, 1995），且透過嵌入在這些設計案例中獨特知識的特性，提供設計者參考的便利性。在搜尋設計想法的過程中，設計者習慣將建築設計分解成許多建築的元素與屬性，並使用這些元素的屬性，作為尋找解決設計問題相關想法的依據（Mitchell, 1994），因此，連結想法可以被視為在早期設計案例之間搜尋相關聯的想法。另外，人類有一種獨特的能力使用符號（symbol）來表達想法，且透過建構符號與符號間的連結關係去解釋外在的事物（Novak, 1991）。在建築設計領域裡，設計者經常使用領域概念語彙（domain conceptual vocabularies）為符號，予以呈現設計想法內的元素與屬性，且建構它們之間的關係（Oxman, 1994）。此外，Oxman(1994)建立的議題、概念與形式（issue-concept-form，簡稱ICF）概要（schemata）（註二）亦提供有效的方式呈現早期設計案例的想法與其之間連結知識的呈現，這些想法與關係主要建構設計者主要的長期記憶。

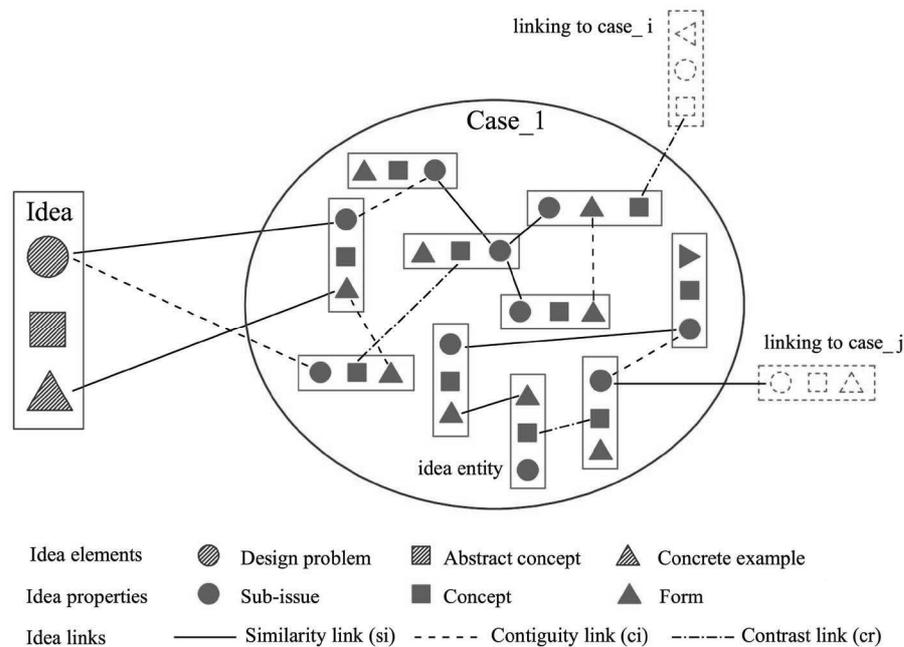


圖 1. 想法聯想的三個原則與設計案例的連結機制

另外，前述的想法聯想三個原則（相似性、對比性與相鄰性），可以提供設計者連結並產生多樣性的設計想法（Lai, 2005）。例如：設計者可以採用相似原則去連結具有相似解決方法的設計想法；由於設計問題與解決方法具有因果關係，設計者也可透過相鄰原則，去連結此相同的解決方法但可解決其它設計問題的想法。另外，使用領域概念語彙通常為設計者主要溝通的方法（Oxman, 1994），因此，設計者可以使用對比性的概念語彙去連結與產生具對比性的設計想法，例如室內和室外、隱私和公共、實體和虛體等。這三個原則提供設計想法之間之不同關聯性的連結關係（圖 1）。

2-3 使用角色扮演連結想法

根據之前的論述，多重參與者連結想法的過程中，設計者為了在互動於設計情境的條件下（包括如設計問題、參與時間、參與人數等），她們/他們經常透過扮演不同角色，連結個人的長期記憶與其他參與者的設計知識，以產生關聯性的設計想法而解決設計問題。藉由角色扮演的觀點探討多重參與者與設計情境之間的互動性行為，有助於本研究了解想法聯想之分散式互動。

在認知心理學領域中，角色扮演理論（Yardley-Matwiejczuk, 1997）是一種在虛擬的情境下，獲得人們主觀性的知識與情境中互動行為的研究方法。同時，角色扮演被視為在作用與反作用（acting/re-acting）的過程中建構一個“真實生活”經驗或事件的方法（Chang, 2004）。進而，Lai 和 Chang（2006）認為角色扮演提供三個重要的機制，可以幫助我們了解多重知識之間的分散式互動，這些機制為情境（*situation*）、沉浸（*engagement*）和劇本基礎互動（*scenario-based interaction*）。情境為當人類遇到真實生活的條件或情況；根據此情境，人類相互之間進行作用與反作用，此互動稱之為場景基礎互動；沉浸提供人類“好像”（as-if）置身於表演之中演員的真實感受。

連結想法的行為相似於角色扮演，設計者在連結想法過程中，經常沉浸於“as-if”的情境，並根據內在的設計知識與外在的設計情境進行作用與反作用，進而，設計者如同演員一般，除了與自己扮演的角色進行相互作用（註三）外，同時，也和其他參與者（演員）與外在的設計情境進行相互作用。根據之前角色扮演的理論，上述角色扮演的三個機制反應了連結想法的兩個相互作用：內部相互作用與外部相互作用。因此，多重參與者藉由沉浸在這兩個相互作用中，連結並產生設計想法（圖 2）。這兩個相互作用詳細說明如下：

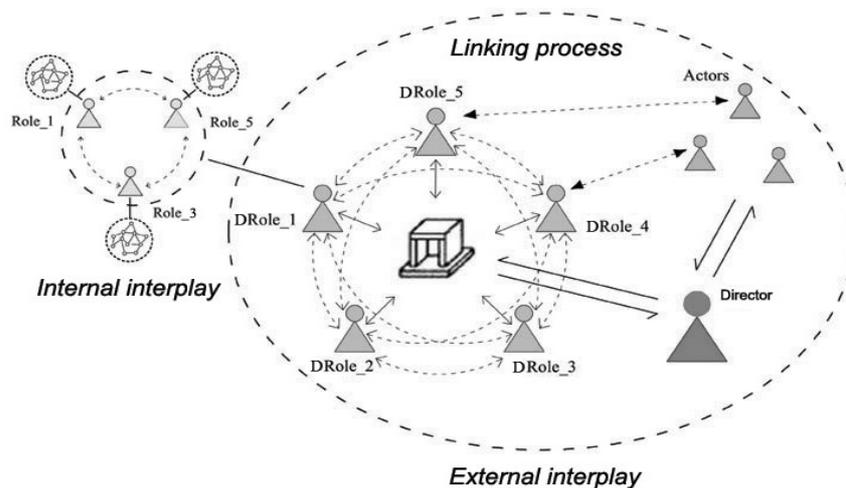


圖 2. 想法聯想的三個原則與設計案例的連結機制

1. 外部相互作用：為了產生與其他參與者相關聯性的設計想法，每位設計者（以 DRole_1 為例）除了會與其他參與者（包括 DRole_2、DRole_3、DRole_4、DRole_5 和 Director）進行相互作用外，同時，也會和外在的設計情境（包括如設計工作、設計問題、參與

時間與人數等)進行相互作用。此外部相互作用會直接的影響此設計者(DRole_1)的內部相互作用(圖2)。

2. 內部相互作用：在內部相互作用中，每位設計者(以 DRole_1 為例)能扮演不同的角色(包括 Role_5、Role_1 和 Role_3)，且使用這些不同角色的設計知識連結並產生設計想法(圖2)。根據設計的共鳴現象(註四)，這些參與者，經常選擇具有最多關聯性的設計想法作為這兩個相互作用的輸出(Lai and Chang, 2006)。

2-4 軟體代理人

由於本研究問題之分散式的互動特質，軟體代理人(software agent, 以下簡稱代理人)的運算理論與應用為提供本研究執行此分散式互動的考慮。基本上，代理人可以被視為一個具有自主性的電腦軟體，此電腦軟體可以根據不同的環境予以感知並產生行動，非但如此，Wooldridge (2002)更進一步認為代理人需結合社會性與反射性的能力，以進行彼此之間的分散式合作。因此，自主性、反射性與溝通性為代理人主要的特質。

以代理者為主的多重代理者系統，已被有效的運用在分散式設計的領域中，例如：Ligtenberg 等人(2001)使用多重代理人模擬來決定都市平面配置的問題；Liu 等人(2002)，與 Anumba 等人(2002)建構的多重代理人系統實際應用在合作式設計上的問題；而 Chang 和 Lai (2004)所發展的 DARIS 系統架構，為結合 Yardley-Matwiejczuk (1997)之角色扮演理論與多重代理人技術的分散式運算環境。總之，代理人或多重代理人主要是用來執行分散式互動的運算機制(Wooldridge, 2002)，而在不受時間與空間的限制下，這些多重的知識實體(包括電腦與人類)(註五)可以在分散式環境中進行彼此之間的互動。

三、執行設計工作室之分散式互動

由於本研究目的在於結合相關的運算機制，並透過一個數位工具的建立，以提供我們了解想法聯想之分散式互動如何輔助設計工作室學習。因此，此數位工具的建立，主要架構在我們先前發展的動態想法地圖模型II(簡稱 DIM-2)(Lai and Chang, 2006)之分散式運算環境，予以實際執行上述設計工作室之分散式互動。

3-1 DIM-2 構成元素與技術

DIM (Lai, 2005a) 為結合案例基礎推理(Case-Based Reasoning)的運算機制，用以輔助設計者進行個人想法聯想的連結想法模型。而 DIM-2 除了延續 DIM 的運算機制，同時結合軟體代理人的運算機制，予以執行想法聯想之分散式互動的多重代理人架構。基本上，DIM-2 包括五種類型的代理人：使用者代理人(UA)、導演代理人(DA)、舞台代理人(StA)、場景代理人(ScA)與角色代理人(RA)，每一種代理人都有自己的機制，並互動於相同與不同類型的代理人。

RA 具有連結知識與原則用以進行想法連結的任務，StA 負責儲存外部相互作用的設計結果，而 ScA 則控制場景的角色名單和時間限制，UA 和 DA 提供參與者互動於 DIM-2 環境的使用者介面，而其中 DA “導演” 整個分散式想法連結的流程。另外，在內部相互作用中，場記代理人 (RAS) 被視為一種特殊類型的角色代理人，其協調不同角色代理人之間的想法連結，且儲存此內部相互作用的設計結果。

上述這五種類型的代理人並透過三種設計知識，進行想法聯想的分散式互動。這三種設計知識是知識呈現、連結原則與連結過程，知識呈現係表現代理人知識的呈現方式與記憶組織，連結原則提供代理人連結設計想法的能力，經由在內部與外部相互作用的連結過程，這些代理人能動態性的互動於不同的設計情境，這些設計知識詳細說明如下：

1. 知識呈現：DIM-2 使用 Oxman (1994) 的 ICF 知識呈現概要，與想法聯想三個原則所建立的連結關係，予以呈現並組織 RA 在長期記憶中關聯性的設計知識。此設計知識包括由不同想法元件 (*idea entity*, 簡稱 *IE*) 與其之間的三種連結 (包括相似連結、對比連結、相鄰連結) 所形成 *IE* 地圖，和由想法元件中的三個屬性 (包括議題、概念與形式) 與連結，所構成的 *ICF* 地圖 (包括議題地圖、概念地圖與形式地圖)，上述這些地圖統稱為想法地圖。在分散式的設計環境中，為了解譯不同 RA 之間的領域概念語彙，RA 的知識庫還包括具有如字典翻譯功能的 *ICF* 詞典。
2. 連結原則：DIM-2 包括三種不同的連結原則 (包括相似原則、對比原則與相鄰原則)，提供 RA 在其長期記憶中連結並產生想法元件。架構於上述的 *ICF* 知識呈現概要，這些連結原則的運算機制，主要經由想法元件中三個屬性之值的模式比對 (*pattern matching*)，連結具有關聯性的早期設計案例知識。簡言之，連結原則提供 RA 具有反射性回憶 (*recall*) 的搜尋行為。
3. 連結過程：連結過程提供上述五種類型的代理人，在內在與外在的相互作用中，進行分散式互動行為的溝通機制。簡言之，UA (或 DA) 與 RA (扮演的角色) 在其內部相互作用中進行訊息傳遞；而 StA、ScA、UA 和 DA 在外部相互作用中進行訊息傳遞。這些訊息傳遞的溝通機制主要透過代理人溝通語言 (*agent communication language*, 簡稱 *ACL*) 的運算機制而建立。

此外，DIM-2 系統技術主要架構於 JADE 的代理人平台 (Java Agent DEvelopment Framework)，而 FIPA (Foundation for Intelligent Physical Agents) 為主要的代理人溝通語言，為了進行連結原則中想法的搜尋與訊息傳遞等行為，JESS (Java Expert System Shell) 提供 DIM-2 代理人的知識基礎，除了執行上述這些行為外，並儲存相關的設計知識與設計結果。進而，經由 HTTP 的訊息傳輸協定 (*message transport protocol*) 方式，不同使用者 (包括 UA 與 DA) 可以在分散式的設計環境中連結與產生設計想法。

3-2 結合 DIM-2 與分散式互動機制

根據上述的論述，結合設計工作室學習的分散式互動與 DIM-2 的分散式連結模型機制，可以經由下列兩個策略加以執行：(1) 在內部相互作用中，賦與 RA 的設計知識與連結原則；(2) 在外部相互作用中，藉由編輯腳本的方式建立 StA 和 ScA 的知識。其詳細

說明如下：

3-2.1 內部相互作用

在內在的相互作用中，每一個 RA 都具有一種連結原則，其用來進行推理並連結想法元件，同時，也必須經由下列的方式建立 RA 的設計知識。基本上，設計知識的獲得主要來源在於語言與文字的敘述 (Oxman, 2004)，因此，根據設計題目，設計工作室的老師提供一些具專業性的建築設計案例的相關書籍，以利學生獲得相關的設計知識 (例如：在住宅設計中，我們選擇 GA HOUSES 為主要有關於住宅設計案例的專業書籍)，進而，每位學生使用 ICF 概要的知識呈現方式，進行這些早期設計案例的分析 (圖 3)。而這些早期設計案例知識的關聯性建立，提供學生建構一個 RA 知識庫的基礎，包括想法元件、不同想法地圖與 ICF 詞典。

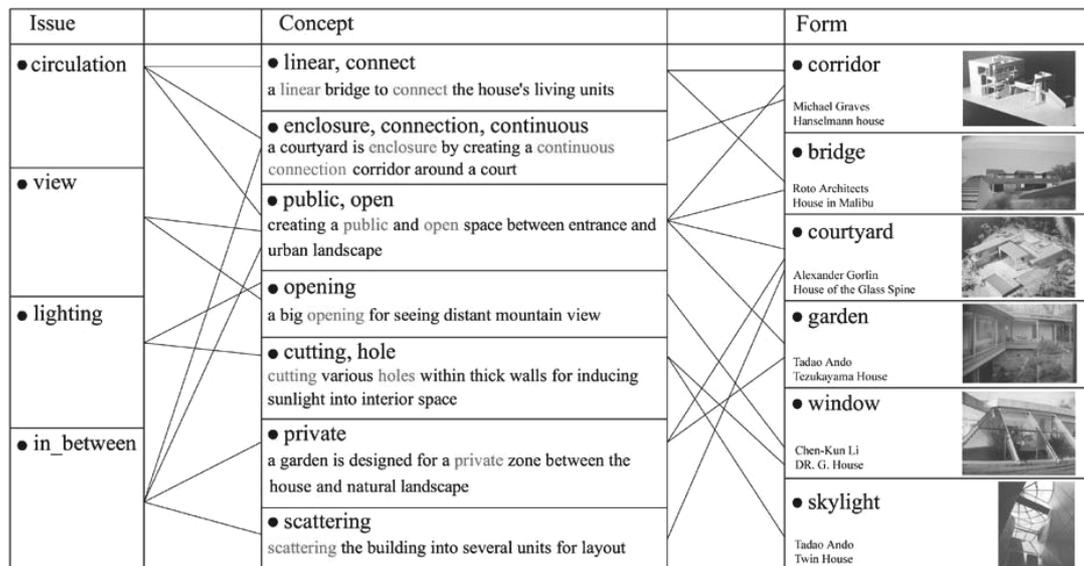


圖 3. 一位學生建立之設計案例知識關聯性的分析圖

根據圖 3 中不同 ICF 屬性值之間的關聯性，每一個想法元件都經由一組具有關聯性的三個 ICF 之值而建構 (圖 4)。例如在圖 4 中，一個想法元件 (稱之為 RA1_1) 的議題值為「view」，概念值為「public」和「open」，形式值為「courtyard」。此外，此想法元件形式值的多媒體資訊 (一張影像照片) 被放置在 http://lai.cyut.edu.tw/DIM_2/RA1_1 的 URL 中。

根據上述的早期設計案例分析，每位學生透過想法元件之間的連結關係 (包括相似連結、對比連結與相鄰連結)，將不同屬性的領域概念語彙 (或稱關鍵字) 藉由三種不同的原則而彼此連結在一起，以建立不同的 ICF 地圖 (議題地圖、概念地圖與形式地圖)。為了建立此 RA 的 ICF 詞典，每位學生根據上述相關建築專業書籍所提供的領域概念語彙，建立各自不同的 ICF 詞典。上述這些想法元件、連結、ICF 詞典與不同種類的想法地圖共

同建立 RA 的設計知識，並儲存在一個 JESS 的知識庫中。其中，每一個想法元件中形式之值的多媒體資訊，必須給與其 URL 位址並儲存在一個集中的伺服器（server）中，透過網際網路超連結（hyper-link）到這些 URL 位址，這些分散式之想法元件的多媒體資訊將予以連結並呈現。

RA1_1	
Issue	view
Concept	public, open
Form	Courtyard  http://lai.yuntech.edu.tw/DIM_2/RA1_1

圖 4. 一位學生建立的想法元件

3-2.2 外部相互作用

在外在的相互作用中，*脚本*（*script*）為描述一連串事件的結構，包括了演員演出的內容、演員數量、演出時間等。因此，設計工作室的老師可以根據不同的設計目的，藉由編輯腳本的方式，建立 StA 和 ScA 的知識。例如，在教堂設計中，老師可以指定在此設計中主要探討的議題（如光線、動線、形式等），作為在舞台中的不同場景，這些場景與其序列為 StA 的主要知識；另外，根據每個場景所需要角色的設計能力、參與數量與演出時間，建構每一個 ScA 的知識。

這個結合上述 DIM-2 模型與分散式互動機制，可以被視為一種動態性的想法連結遊戲，此遊戲可以避免參與學生（面對面）因彼此間的設計衝突或協調不易，而影響設計工作室的學習成效，同時，設計工作室的老師與學生在此分散式的設計環境中，可以經由動態性連結而產生多樣性的設計想法。為了更進一步的了解 DIM-2 在設計工作室學習的應用，以了解分散式互動如何輔助設計工作室學習，我們實際模擬一個設計實例加以說明。

四、輔助設計工作室學習之實例模擬

本研究以一個實際的案例進行模擬學生在設計工作室學習中，如何進行角色扮演，又如何連結早期設計案例的知識。在這個實際案例中，主要的設計工作為長條街屋住宅設計，在此設計工作中所需要的設計技能為住宅設計（house design），採光（daylight）與動線（circulation）依序為指定探討的設計議題，每個議題分別進行 10 分鐘與 15 分鐘的想

法聯想。為求實驗進行流暢且容易觀察，作者選擇三位建築系三年級學生（包括 UA₁、UA₂ 和 UA₃）進行本實驗，這些學生具有相同的建築設計背景且熟悉 DIM-2 系統的操作，同時，在同一間電腦教室中，他們各自使用不同電腦的 DIM-2 系統，並依照 UA₁、UA₂ 和 UA₃ 的順序進行此設計工作的想法連結遊戲，在遊戲過程中，這些學生彼此間不能進行交談與觀看其他參與者的電腦螢幕（圖 5）。



圖 5. 設計實驗環境

在 DIM-2 系統環境中，腳本的編輯包括兩個部分：外在相互作用（StA 與 ScA 的知識）與內部相互作用（RA 與 RAS 的知識）。導演代理人（DA）與使用者代理人（UA）必須編輯各自內在相互作用的腳本內容，但只有 DA 可以編輯外在相互作用的腳本內容。在此案例中，UA₁ 為導演代理人，而 UA₂ 和 UA₃ 為使用者代理人，因此，UA₁ 負責編輯外在相互作用的腳本內容，UA₁、UA₂ 和 UA₃ 各自編輯其內在相互作用的腳本內容。

在一個分散式想法連結的遊戲中，使用者必須經由三個操作步驟而進行，每一個步驟都是透過 JADE 提供的使用者介面，提供 UA₁、UA₂ 和 UA₃ 輸入必要的訊息內容，這三個步驟依序是 1) 啟動遊戲、2) 編輯腳本、3) 執行遊戲。

4-1 啟動遊戲

啟動遊戲主要包含兩個步驟：載入代理人與連結代理人平台。在載入代理人的步驟中，每位學生在各自 JADE 代理人平台中的載入代理人視窗，將所有參加此遊戲的相關代理人（以 UA₁ 為例，UA₁ 必須載入 StA、二個 ScA、RAS 與欲參與遊戲的演員），分別輸入這些代理人的身分名稱（AID）（註六）與其 Java class 的路徑。在連結代理人平台步驟中，UA₁、UA₂ 和 UA₃ 可以透過 HTTP 的通訊協定，在各自的代理人平台中，增加其他設計者的遠端（remote）代理人平台，以進行分散式環境中不同代理人平台的訊息傳遞。

最後，UA₁ 可以在 JADE 的代理人管理視窗看到本身載入的代理人，與其他設計者之

代理人平台的名稱與其載入的代理人。例如：在 UA_1 的代理人管理視窗中，除了在 Main-Container 有 UA_1 自己載入代理人（包括 $StA@lai:1099/JADE$ 、 $ScA1@lai:1099/JADE$ 、 $ScA2@lai:1099/JADE$ 、 $RAS@lai:1099/JADE$ 、 $RA1@lai:1099/JADE$ 等）外，同時，也可以看到 UA_2 和 UA_3 的代理人平台的名稱（ $chang@1099/JADE$ 和 $joe@1099/JADE$ ）（圖 6），與這些代理人平台中載入之代理人的身分名稱。例如：在 $joe@1099/JADE$ 代理人平台中，包括 $RAS@joe:1099/JADE$ 、 $RA1@joe:1099/JADE$ 、 $RA2@joe:1099/JADE$ 等。

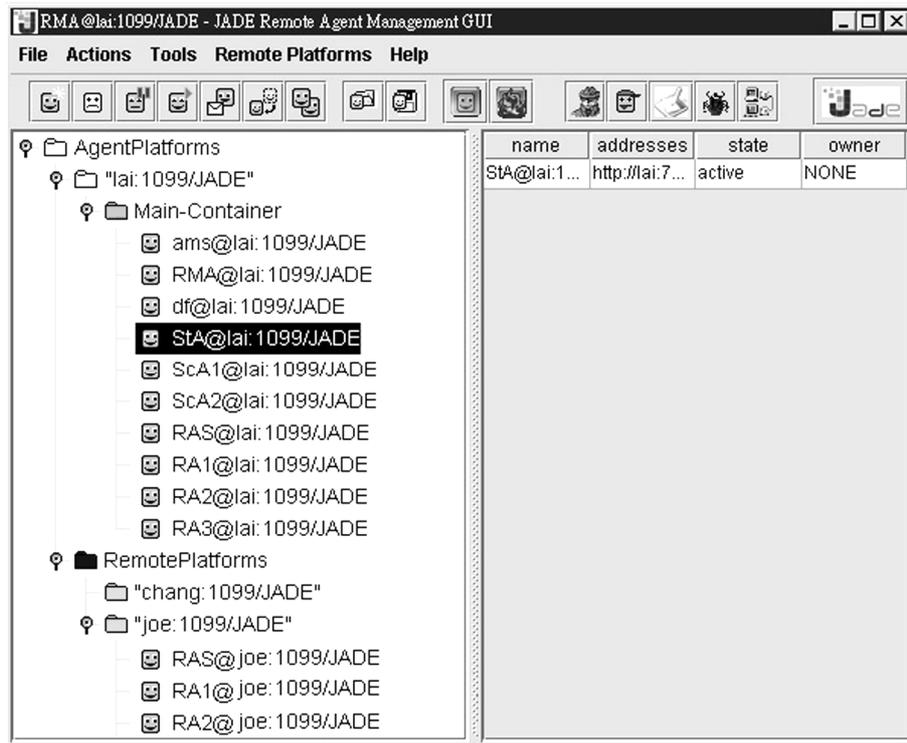


圖 6. 代理人管理視窗

4-2 編輯腳本

當載入代理人與連結代理人平台完成後， UA_1 必須在 DIM-2 編輯腳本視窗（圖 6）中編輯外部相互作用的腳本內容，也就是依序輸入 StA 與所有 ScA 的知識內容。在輸入 StA 的知識中， UA_1 首先在編輯腳本視窗中的接收者（Receiver）表格，輸入 StA 的 AID（ $StA@lai:1099/JADE$ ），並在訊息內容（Content）表格輸入 StA 的訊息內容（依序為遊戲名稱、所有場景議題與演出時間）。在此例子中，遊戲名稱為 *row_house*，場景議題為 *daylight* 和 *circulation*，演出時間為 10 分鐘與 15 分鐘（圖 7）。當 UA_1 輸入完成後， UA_1 按下傳遞訊息指令將此訊息內容儲存至 StA 的知識庫，接著編輯二個 ScA （ ScA_1 和 ScA_2 ）的知識內容。

在輸入 ScA 的知識中（以 *daylight* 的場景 ScA_1 為例）， UA_1 同樣在 JADE 編輯腳本視窗中的接收者表格與輸入 ScA_1 相關的訊息內容（依次為議題名稱、演出時間、角色數量、設計技能），在此例子中，議題名稱為 *daylight*，演出時間為 10 分鐘、角色數量不超過 3

位，設計技能為 `house_design`。經由 UA_1 代理人平台中的 `Yellow Page` 服務，獲知 UA_1 、 UA_2 和 UA_3 代理人平台中具有設計技能 (`house design`) 演員的 AID，予以輸入這些演員的身分。當輸入演員身分完成後， UA_1 按下傳遞訊息指令後，所有設計者在各自的 JADE 代理人平台中開始進行 ScA_1 場景的遊戲。

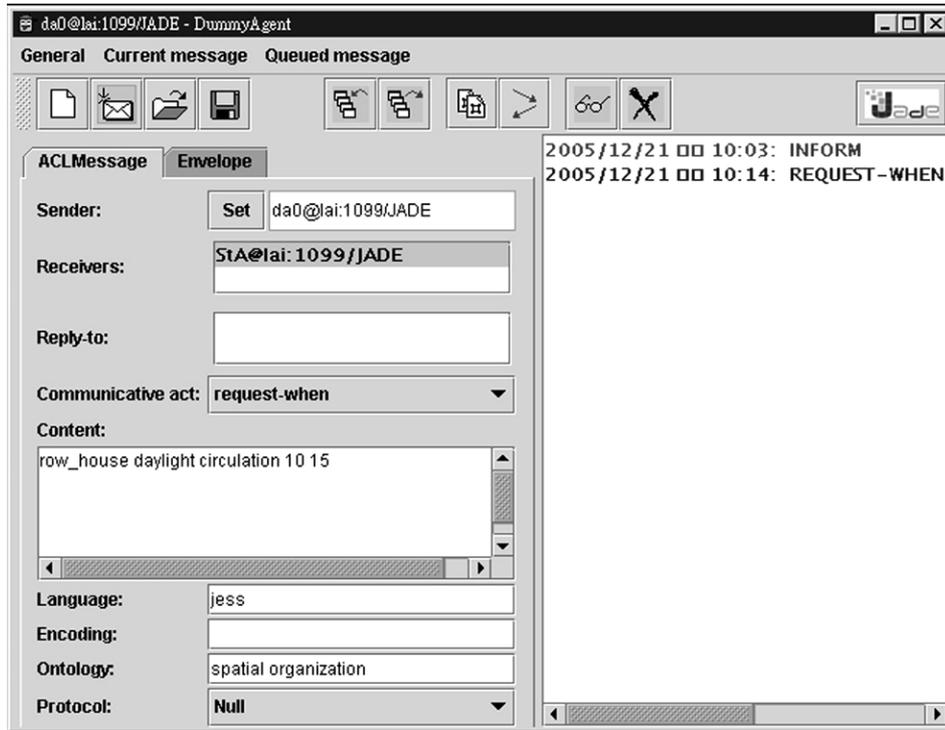


圖 7. 編輯腳本視窗

4-3 執行遊戲

根據採光 (`daylight`) 的議題，排序第一位的設計者 UA_1 首先在 JADE 編輯腳本視窗 (圖 6) 輸入 RAS 的 AID 與相關訊息內容 (包括如議題、概念、形式、時間、角色數量、AID、連結原則、容許限制)。接著， UA_1 按下傳遞訊息的指令，生存在 UA_1 代理人平台中的不同 RA，開始進行內部相互作用的訊息傳遞與想法連結，並產生內部 IE 地圖。在上述 RAS 的輸入時間內， UA_1 可以在產生的內部 IE 地圖中選擇一個想法元件為輸出，或當時間超過時則電腦會自動的選擇一個想法元件為輸出，這些輸出的想法元件 (包括 URL) 與連結會結合原有的外部 IE 地圖。下一位使用者 UA_2 可以在外部 IE 地圖自行選擇一個想法元件為輸入值，或當時間超過時則電腦會自動的選擇一個想法元件為輸入值，並進行相同於 UA_1 內部相互作用想法連結的操作模式。

當 ScA_1 場景時間結束時， UA_1 、 UA_2 和 UA_3 以相同於步驟三的操作過程，進行 ScA_2 有關動線 (`circulation`) 議題的設計想法連結。當最後一個場景時間到時，此連結遊戲會自動終結；除此之外，連結遊戲的終結也可以經由導演代理人 UA_1 強迫終止而達成。這些最後產生的設計結果，主要由許多想法元件與三種不同連結原則所構成的 IE 地圖 (圖 8)，

可以藉由 Graphviz 的圖像視覺軟體予以呈現，並經由每個想法元件的 URL 超連結到儲存在網路伺服器中的多媒體資訊(如早期設計案例的影像圖片、3D 模型、平面圖或動畫等)。

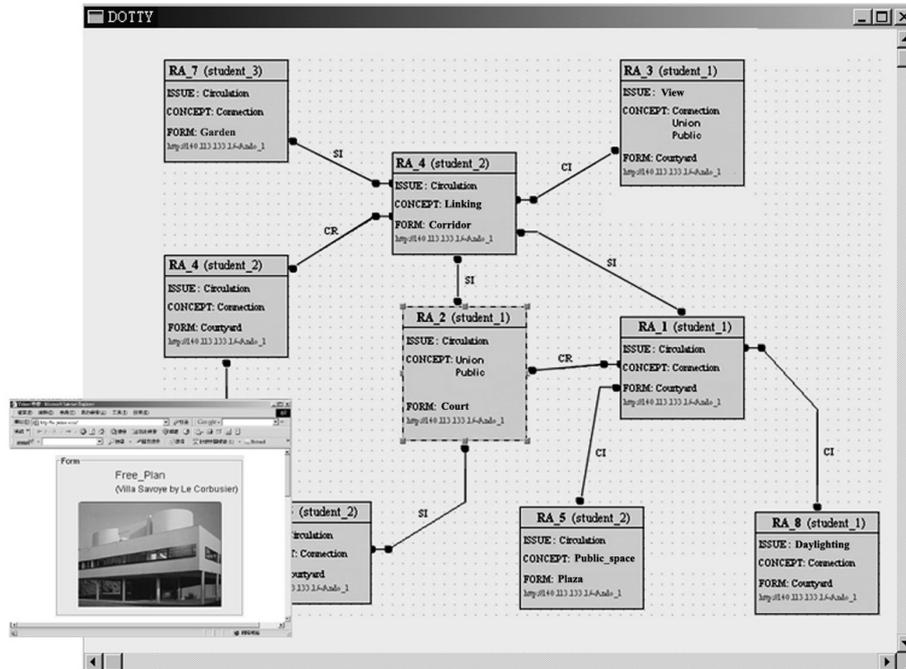


圖 8. 一個產生的 IE 地圖與一個想法元件的多媒體資訊

這些 IE 地圖所建構之想法元件與它們之間不同的連結形式，將提供參與學生尋求想法組合 (seeking idea combination) 的依據，並進而發展不同的設計替選方案，以解決採光與動線的設計問題。

五、發現與討論

在這個設計實驗中，我們發現學生經由 DIM-2 的分散式想法連結，在設計工作室的設計學習過程中，能有效的幫助他們/她們在早期設計階段中，產生多樣性的設計想法，並發展設計可行的替選方案，此外，DIM-2 也提供學生了解不同早期設計案例中想法之間的關聯性。為了更進一步說明 DIM-2 系統如何輔助學生進行想法聯想並發展建築設計方案，作者主要從二個面向進行討論：想法地圖的應用與連結過程的自動化。

5-1 想法地圖的應用

有關學生在 DIM-2 系統產生的想法地圖應用，本研究可以從設計想法的組合依據、設計問題的解決程序與設計過程的重新使用進行討論：

1. 設計想法的組合依據：根據設計的共鳴現象 (Lai 等人, 2005)，想法元件的連結數量為

想法組合的重要因素。在外部 IE 地圖中，學生會選擇連結數量最多的想法元件為主要共同的想法（稱之為關鍵想法），並以此關鍵想法為中心向外延伸（包括廣度與深度），找尋其他連結的想法元件並予以組合。

2. 設計問題的解決程序：在 IE 地圖中，三種型態的連結除了提供想法組合的依據外，同時，當相鄰原則連結的想法元件其連結數量最多時，此想法元件的議題值提供學生決定議題（或場景）討論的程序。
3. 設計過程的重新利用：由於想法連結的過程（包括腳本內容、溝通機制、時間等）能被動態性的紀錄在 ScA 與 StA 的知識庫，因此學生可以重新利用這些過程，以增加設計想法之間有效性連結的建立。

因此，DIM-2 所產生的內在與外在 IE 地圖，可以提供學生在不同相互作用中進行想法組合，有助於進行個人或集體式的腦力激盪。

5-2 連結過程自動化

在連結過程中，在內部相互作用中，參與的學生可以動態的扮演不同的角色與使用不同的連結原則，予以動態性的連結與產生設計想法，同時，代理人的自主性、反射性與溝通性之特質，具有下列的優勢幫助學生在連結想法過程中，進行分散式的想法連結，其說明如下：

1. 自動連接中斷的連結過程：當參與的學生不在時，代理人能反射性的連結其他參與學生產生的想法元件，並自動性產生新的想法元件與連結。因此，在不受時間與空間的限制下，學生可以避免想法連結過程的中斷而影響設計的結果。
2. 分散式知識的衝突解決：不同代理人（例如角色代理人）具有不同的設計知識，其產生不同的設計想法而導致設計之衝突性，可以透過不同連結原則與扮演角色的置換而獲得解決。因此，此現象可以改善學生在進行面對面集體腦力激盪時的設計衝突。
3. 動態性的設計學習：使用 JESS 為推理引擎可以有效的增加設計知識（包括如 IE 地圖、想法元件與連結），並動態性的儲存在角色代理人的知識庫，此現象可以被視為代理人的學習機制。此學習機制有助於學生在連結想法的過程中，連結到原來知識庫沒有的想法元件，以提升她們/他們在產生設計想法的多樣性與新奇性。

然而，當產生的 IE 地圖包含的想法元件或連結過多時，學生不容易在有限的視窗看到所有想法元件與其相關的連結原則，導致地圖閱讀上的問題，同時，此 IE 地圖範圍過於龐大的問題，也會造成學生在選擇與組合想法的困擾。因此，在 DIM-2 中有關資訊視覺化與地圖範圍的控制策略，為作者未來之後續研究。

六、結論

在設計工作室學習過程中的分散式互動，為學生經由回憶其內部記憶之早期設計案例知識，並透過扮演不同的角色，且互動於外在環境的其他參與學生而達成。在本研究中，

此分散式互動可以透過相關的運算機制（如案例基礎推理與代理人）而予以運算化並執行。此執行的分散式運算環境應用在建築設計之設計工作室學習，經由本研究之實例模擬中發現，此運算環境有助於學生在分散式的設計環境中，經由有效性的連結，進行關聯性設計想法之間的連結、產生與組合，進而發展她們／他們在早期設計階段中的替選方案。

Osborn (1963) 認為集體腦力激盪會議的適當參與人數是 6 到 7 人，而 DIM-2 的分散式想法連結可以提供參與者數量規模的延伸。因此，架構在此分散式互動運算化的基礎下，本研究將提供作者更進一步的探索不同建築設計領域（如設計工作室、建築師事務所），如何在未來國際化且走向分散式設計環境的趨勢中，進行早期設計階段的集體設計合作與創作。

註釋

註 1：早期設計案例是大眾普遍承認 (recognized) 的過去設計案例 (Clark and Pause, 1985)。例如：法國建築師 Le Corbusier 在 1931 年設計完成的 Villa Savoye 設計案。

註 2：Issue (議題) 是在一個特定條件下，對設計工作中之設計問題定義一個特殊的觀點；Concept (概念) 是關係於議題的解決方法，同時也是一個解決設計問題的抽象概念；Form (形式) 是一種特定設計的人為製品 (artifact)，它是將上述的概念予以具體化 (Oxman, 1994)。

註 3：Chang (2004) 認為在設計過程中，參與者需要經由和設計情境與特定設計知識之了解而產生互動，此互動行為稱之為相互作用。因此，相互作用必須伴隨著資訊的發生，並與不同參與者之間進行互動。

註 4：在集體腦力激盪會議中，參與者通常會選擇關聯性最多的想法為集體共同的想法 (Osborn, 1963)，此現象也經常發生在設計領域中，Lai 和 Chang (2006) 稱之為“設計共鳴現象”。

註 5：Chang 和 Lai (2004) 稱具有知識或行為能力的個體單元為知識實體，包括人類與電腦。

註 6：在 JADE 的代理人平台中，每一個代理人都必須要有身份名稱 (AID)，才可以彼此認識而進行溝通。而 AID 主要由代理人名稱與其位址所構成，例如在 StA@lai:1099/JADE 的 AID 中，StA 是舞台代理人的名稱，lai:1099/JADE 是 StA 的位址，而代理人名稱與位址中間使用@連接。

參考文獻

1. Anumba, C J, Ugwu, O O, Newnham, L and Thorpe, A, 2002, "Collaborative design of structures using intelligent agents", *Automation in Construction*, Vol 11, pp. 89-103.
2. Chang, T. W., 2004, "Modelling Situated Generation Using Role-Interplay: From situated interplay to generative interplay". *The Proceeding of Generation CAD Systems Symposium (G-CADS 2004)*.
3. Chang, T. W. and Lai, I. C., 2004, "Dynamic Agent-Based Role Interplay System", National Science Council, Taipei, technical report.
4. Clark, R. H. and M. Pause, 1985, *Precedents in Architecture*. New York, Van Nostrand Reinhold.
5. Goldschmidt, G., 1995, "The designer as a team of one", *Design Studies*, Vol.16, pp. 189-209.
6. Furnham, A. and Yazdanpanahi, T., 1995, "Personality Differences and Group versus Individual Brainstorming", *Person. Individ. Diff.*, Vol.19, No.1, pp.73-80
7. Lai, I. C., 2005, "Dynamic Idea Maps: A Framework for Linking Ideas with Cases during Brainstorming", *International Journal of Architectural Computing*, VOL. 3 No.2, pp. 429-447.
8. Lai, I. C. and Chang, T. W., 2006, "A distributed linking system for supporting idea association in the conceptual design stage", *Design Studies*, in press.
9. Leibniz, G. W., 1703, *New Essays Concerning the Human Understanding*. La Salle, III.: Open Court.
10. Lewin, K., 1922, *Das Problem der Willensmessung und der Assoziation Psychol. Forsch.*, Vol. No.1, pp.191-302.
11. Ligtenberg, A, Breget, A K and van Lammeren, R, 2001, "Multi-actor-based land use modeling: spatial planning using agents", *Landscape and urban planning*, Vol 56, pp 21-33.
12. Liu, H, Tang, M, and Frazer, J H, 2002, "A Knowledge Based Collaborative Design Environment", in J S Gero, F M T Brazier (eds.) *Agents in Design*, pp 233-246.
13. Locke, J., 1690, *An Essay Concerning Human Understanding*, in Fraser, A. C. (ed.), New York, Dover Press.
14. Maher, M. L., Balachandran M.B. and Zhang D. M., 1995, *Cased-Based Reasoning in Design*. Lawrence Erlbaum Associates, Mahwah, NJ
15. Miller, G.A., 1956, "The magical number seven, plus or minus two: Some limits on our capacity for processing information", *Psychological Review*, Vol. 63, pp. 81-97
16. Mitchell, W. J., 1990, *The Logic of Architecture*, Cambridge, Massachusetts, The MIT Press.
17. Novak, J. D., 1991, "Clarify with Concept Maps", *The Science Teacher*, Vol. 58, No. 7, pp. 45-49.
18. Osborn, A. F., 1963, *Applied Imagination: Principles and Procedures of creativity Thinking*. New York: Charles Scribner's Son press.
19. Oxman, R., 1994, "Precedents in design: a computational model for the organization of precedent knowledge", *Design Studies*, Vol. 15, No. 2, pp. 141-157.

20. Oxman, R., 2004, "Think-Maps: teaching design thinking in design education", *Design Studies*, Vol. 25, pp. 63-91.
21. Rapaport, D., 1974, *The History of the Concept of Association of Ideas*, International Universities Press, Inc.
22. van der Lugt, R., 2000, "Developing a graphic tool for creative problem solving in design groups", *Design Studies Vol. 21*, pp. 505-522.
23. Wooldridge, M., 2002, *An Introduction to MultiAgent Systems*. John Wiley & Sons, LTD press.
24. Yardley-Matwiejczuk, K. M., 1997, *Role play*. London: SAGE Publication Ltd.

Distributed Interaction of Idea Association for Supporting Design Studio Learning

Ih-Cheng Lai

Department of Architecture, Chaoyang University of Technology

(Date Received : 2006/03/21 ; Date Accepted : 2006/06/17)

Abstract

In the early design stage, design studio learning concentrates on the creative problem solving through generating diverse design ideas. For generating diverse ideas, *distributed interaction* of idea association is often applied in the learning process. Due to the characteristics of reflection and immediateness, such distributed interaction is hard to understand in the real world. Therefore, this paper proposes a digital tool for understanding the distributed interaction in a computational way. Our methodology follows three steps. First, we explore the computational mechanisms within the distributed interaction through literature review. Then, based on a multi-agent framework (called DIM-2), a digital tool for implementing the distributed interaction is proposed. Finally, the distributed interaction in the design studio learning is stimulated by a case using the digital tool. Some findings and discussion will be elaborated in this paper.

Keywords: idea association, design studio, design cases, role play, agent